



CRICTE 2017

XXVIII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia



INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ENVELHECIMENTO NAS PROPRIEDADES DA LIGA AL 7075

Flávio Kieckow

Professor do curso de Engenharia Mecânica da URI – Campus Santo Ângelo
fkieckow@san.uri.br

Bárbara T. J. Minosso

Acadêmica do curso de Engenharia Mecânica da URI – Campus Santo Ângelo
babi.minosso@gmail.com

Julio N. Pellenz

Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica da URI – Campus Santo Ângelo
julio.pellenz@gmail.com

Resumo. As ligas da série 7XXX são ligas trabalhadas termicamente tratáveis utilizadas comumente na indústria aeroespacial, graças especialmente às suas propriedades mecânicas elevadas conseguidas após tratamento térmico de envelhecimento, o que aumenta interesse em torno da liga 7075. Essa liga possui alta resistência mecânica, especialmente em aplicações estáticas e na condição T6. Nas condições de recozido e solubilizado tem boa conformabilidade à temperatura ambiente e na condição T6 tem boa conformabilidade em altas temperaturas. Esse trabalho foi realizado com a intenção de verificar a influência da temperatura de solubilização na variação das propriedades mecânicas da liga Al 7075. A análise destas propriedades foi feita através de ensaios de dureza e metalografia.

Palavras-chave: Liga Al 7075.
Precipitação. Envelhecimento.

1. INTRODUÇÃO

Os tratamentos térmicos têm como finalidade causar modificações nas propriedades dos materiais pela alteração do tipo e proporção das fases presentes, pela

variação da morfologia dos microconstituintes ou pela variação da concentração e distribuição de defeitos cristalinos; essas modificações têm por consequência alterações nas propriedades mecânicas e comportamento em serviço.

O endurecimento por precipitação é o método mais eficaz de aumentar a resistência mecânica de ligas de alumínio (ROSA, 2009). As ligas de alumínio capazes de serem envelhecidas são aquelas onde a solubilidade de um ou mais elementos de liga diminui com a queda da temperatura.

Essas ligas pertencem às séries 2XXX, 6XXX e 7XXX, sendo algumas ligas da série 8XXX capazes de envelhecer também (ZANGRANDI, 2008 apud BARROS, 2013). Esse processo envolve várias etapas, que são a solubilização, a têmpera e o envelhecimento natural ou artificial.

O tratamento de solubilização consiste em um aquecimento até o campo monofásico inerente, isto é, em temperaturas altas acima da linha solvus, que é o limite de solubilidade no estado sólido. Estas temperaturas podem ser obtidas através de gráfico ilustrado na Fig. 1. O material é mantido nessa temperatura por um tempo específico de acordo com o tipo de material

e espessura da peça. É importante que não se aplique temperaturas de solubilização muito altas, pois podem fundir fases eutéticas de baixo ponto de fusão, o que deixa a peça quebradiça após ser resfriada. Por outro lado, temperaturas muito baixas podem resultar em propriedades mecânicas reduzidas após o envelhecimento (ZANGRANDI, 2008 apud BARROS, 2013).

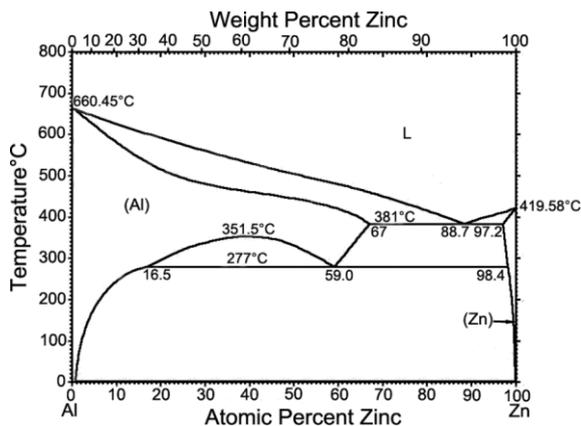


Figura 1 – Diagrama de fases da liga Al 7075.

Após a solubilização o material é resfriado de forma brusca até a temperatura ambiente, em água. Esse resfriamento tem por objetivo manter a liga no estado monofásico à temperatura ambiente, visto que assim a formação de qualquer outra fase é prevenida, já que o soluto fica travado na rede cristalina (CALLISTER, 2008).

Depois do choque térmico o material pode passar por dois tipos de envelhecimento, o natural e o artificial, ou ainda, passar pela combinação de ambos. O processo consiste na formação de precipitados endurecedores na matriz por meio de difusão, a qual é facilitada pela alta quantidade de lacunas.

O envelhecimento artificial, utilizado neste trabalho, é realizado em temperaturas acima da ambiente, para as quais a difusão é mais rápida. A taxa de difusão é muito alta no início e diminui em sua fase final, onde a solução sólida supersaturada tende a atingir um estado de equilíbrio. A temperatura utilizada no processo de envelhecimento

artificial, assim como o tempo adequado de envelhecimento vão depender do tipo da liga, sendo comuns temperaturas entre 95 e 205°C.

O tempo de permanência do material à temperatura ambiente também deve ser observado após a solubilização para ligas da série 7XXX, porque o envelhecimento natural anterior ao envelhecimento artificial pode causar reduções de propriedades no material após ser envelhecido artificialmente. A liga de alumínio Al 7075 não deverá ultrapassar 4 horas de permanência a temperatura ambiente.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da temperatura de envelhecimento na alteração das propriedades mecânicas da liga Al 7075. Serão avaliadas a microestrutura e a dureza.

3. METODOLOGIA

O trabalho inicia-se com o aquecimento da mufla a 480°C para a realização da solubilização em cinco corpos de prova (CP) da liga Al 7075, com as seguintes medidas: espessura: 13mm, largura: 22 mm e comprimento: 30 mm.

Cada CP é colocado separadamente no forno, local este que o material fica exposto na temperatura por um tempo de 120 minutos. O meio de resfriamento utilizado para a têmpera é a água. Cada CP é envelhecido à temperatura diferente para que se possa diferenciar a influência que este tratamento tem na formação da microestrutura e dureza. As temperaturas de envelhecimento escolhidas são 80°C, 120°C, 170°C e 210°C. Um quinto CP não será submetido ao envelhecimento e será analisado no seu estado solubilizado e um sexto CP não passará por tratamento térmico, pois será analisado no seu estado inicial para servir de referência. O tempo de envelhecimento escolhido é de 12 horas. O resfriamento se dará por convecção em temperatura ambiente. O ensaio de dureza é

realizado em um durômetro Reicherter, tipo VA1, com penetrador esférico, escala Brinell. Finalmente, será realizado o ensaio metalográfico para análise da microestrutura. Os CPs são cortados com disco de corte refrigerado, lixados, polidos e atacados quimicamente com reagente Solução Hidróxido de Sódio. A análise é realizada em microscópio óptico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após os tratamentos térmicos, procedeu-se com o ensaio de metalografia e dureza. O quadro 1 apresenta os resultados de dureza na liga Al 7075 nas diferentes temperaturas de envelhecimento.

Quadro 1. Ensaio de dureza dos CPs.

Temperatura de Envelhecimento (°C)	Dureza (HB)
Sem tratamento térmico	87,8
Sem envelhecimento	137
80	153
120	151
170	130
210	82

A seguir, serão discutidos os valores do Quadro 1, juntamente com as micrografias.

A Fig. 2 mostra a micrografia da microestrutura do corpo-de-prova em seu estado inicial. A dureza é considerada baixa, quando comparada à dos corpos de prova que passaram por tratamento térmico, a estrutura apresenta poucos precipitados.

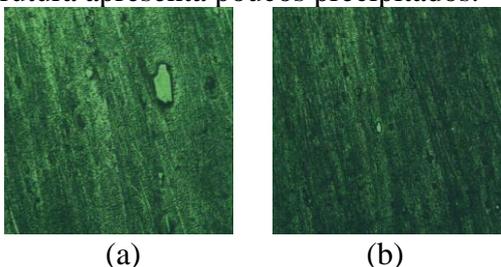


Figura 2. Micrografia do CP sem tratamento térmico (a) 100X e (b) 400X

A Fig. 3 mostra a micrografia da microestrutura do corpo-de-prova em seu estado solubilizado. A dureza é intermediária, devido à presença de

precipitados que não foram dissolvidos durante a solubilização.

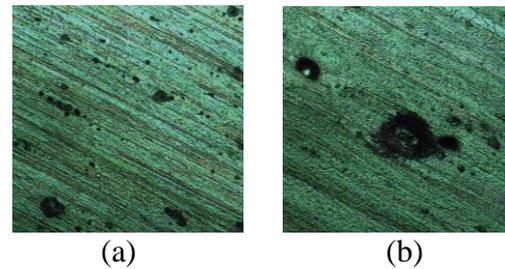


Figura 3. Micrografia do CP solubilizado e sem tratamento (a) 100X e (b) 400X

Na Fig. 4 tem-se a micrografia da liga envelhecida à 80°C, onde é possível perceber que existe maior quantidade de precipitados, de menor tamanho, mas que estão bem distribuídos ao longo do CP, o que faz com que a dureza aumente.

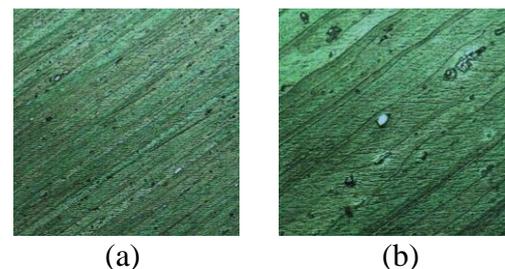


Figura 4. Micrografia do CP solubilizado e envelhecido à 80°C (a) 100X e (b) 400X

Na Fig. 5 encontra-se a micrografia da liga envelhecida à 120°C. Assim como a envelhecida a 80°C, há um grande número de precipitados bem distribuídos, porém com um tamanho um pouco maior, o que resulta em uma dureza um pouco mais baixa.

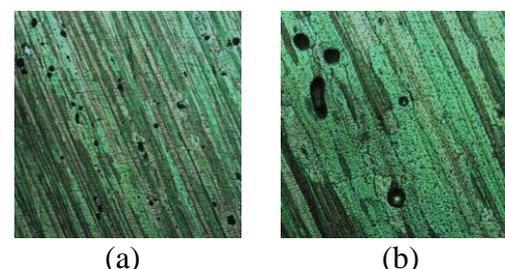


Figura 5. Micrografia do CP solubilizado e envelhecido à 120°C (a) 100X e (b) 400X

A Fig. 6 apresenta a micrografia da liga envelhecida à 170°C, percebe-se grande

quantidade de precipitados, bem distribuídos. A dureza é menor devido à transformação de fase.

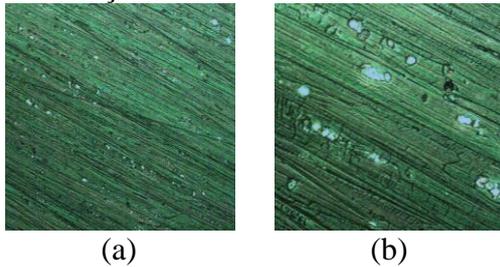


Figura 6. Micrografia do CP solubilizado e envelhecido à 170°C (a) 100X e (b) 400X

A Fig. 7 mostra a micrografia da liga envelhecida à 210°C, onde pode-se analisar uma estrutura mais heterogênea. Ocorreu transformação de fase, devido à temperatura escolhida ser maior que a de transformação de fase para a composição, tornando o material mais tenaz, o que justifica a queda da dureza.

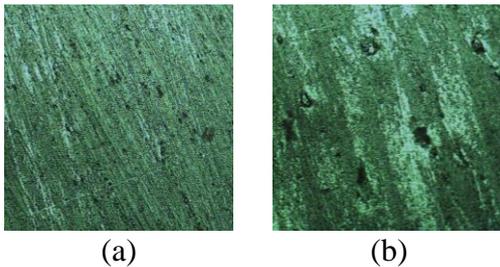


Figura 7. Micrografia do CP solubilizado e envelhecido à 210°C (a) 100X e (b) 400X

Na Fig. 8 é apresentada a curva de dureza resultante dos valores do quadro 1. A dureza aumenta com o aumento da quantidade de precipitados e diminui conforme a temperatura se aproxima da temperatura de transformação de fase.

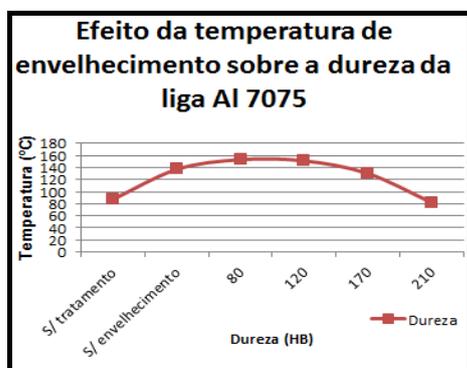


Figura 8. Temperatura de envelhecimento versus dureza da liga Al 7075.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento é fundamental no processo de endurecimento por precipitação, é nele que ocorrerá a formação dos precipitados, o que aumenta a dureza do material e a resistência do material. O estudo mostrou que a temperatura para que se obter melhor indicador dessas propriedades foi próxima aos 80°C.

REFERÊNCIAS

Araújo, D.J. de; Romero, J.A. de S., Madani, F.S., Barbieri, F.C., “**Estudo do Envelhecimento Artificial da Liga de Alumínio 7075**”. 21º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, MT, 2014.

Askeland, Donald R., Phulé, Pradeep P., **Ciência e Engenharia dos Materiais**. Editora Cengage Learning, São Paulo, SP, 594 p., 2008.

Barbosa, Leonardo de Mello, “**Influência da Taxa de Aquecimento no Tratamento Térmico de Solubilização da Liga Al 7075**”. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 85 p., 2014.

Barros, Felipe da Silva, “**Estudo do Envelhecimento da Liga Al 7075 Encruada**”. Trabalho de Conclusão de Graduação, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, SP, 40 p., 2013.

Callister Jr, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

Soares, Maria Rosa Nunes. **Efeito dos ciclos de envelhecimento no comportamento de ligas de alumínio**. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade de Aveiro, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2009.